

Выводы

1. для неискаженной передачи формы измеряемого импульса напряжения необходимо выполнение условий:
 - равенство всех постоянных времени в схеме замещения делителя

$$\sqrt{(L_1 C_1)} = \sqrt{(L_2 C_2)} = \frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2} = R_1 C_1 = R_2 C_2 = \theta;$$

- согласующее сопротивление R_C должно быть значительно больше сопротивления низковольтного плеча R_2

$$R_C \gg R_2;$$

2. время установления переходной характеристики τ_p слабо зависит от соотношения $\frac{R_C}{R_2}$ и лежит в диапазоне $2,4\theta \leq \tau_p \leq 2,6\theta$;

3. уменьшение амплитуды переходной характеристики может достигать величины $\frac{\delta h}{h_0} \approx 0,45$ при малых значениях $\frac{R_C}{R_2}$ ($\frac{R_C}{R_2} \leq 0,1$).

Список литературы: 1. *А.М.Ашнер* Получение и измерение импульсных высоких напряжений. – М.: Энергия, 1979. – 120 с. 2. *А.Шваб* Измерения на высоком напряжении (Измерительная техника и способы измерения). – М., «Энергия», 1973. – 232 с. 3. *В.А.Авруцкий, И.П.Кужекин, Е.Н.Чернов* Испытательные и электрофизические установки. Техника эксперимента: Учебное пособие. Под ред. И.П. Кужекина. – М.: МЭИ, 1983. – 264 с. 4. *Л.Р.Нейман, К.С.Демирчян* Теоретические основы электротехники: В 2-х т. Учебник для вузов. Том 2. – 3-е изд., перераб. доп. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. – 416 с. 5. *Л.А.Бессонов* Теоретические основы электротехники. Изд. 6-е, перераб. и доп. Учебник для студентов энергетических и электротехнических вузов. – М., «Высшая школа», 1973. – 752 с. 6. *В.И.Карлацук* Электронная лаборатория на IBM PC. Издание 2-е, дополненное и переработанное. – М., «Солон – Р», 2001. – 726 с.

Поступила в редколлегию 22.10.2007

УДК 621.317.3

Ю.Н.ГИРКА; Ю.С.НЕМЧЕНКО; НТУ «ХПИ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЭТАЛОНЕ РЭМП

Описана методика визначення рівня напруженості електромагнітного поля за настройками високовольтного обладнання.

The procedure of determination of electromagnetic field intensity level by settings of high-voltage equipment is described.

Постановка задачи. В 2007 году ГП «Харьковстандартметрология» утверждены программы и методики государственной метрологической аттестации и методики поверки средств измерения импульсных электрических и магнитных полей. Методика, изложенная в этих документах, предполагает установку и поддержание на постоянном уровне напряженности электрического или магнитного поля (в зависимости от объекта аттестации) в рабочем объеме полосковой линии Эталона РЭМП, конструктивные особенности которого описаны в [1]. Определение и контроль уровня напряженности поля осуществляется с помощью образцового измерительного комплекса, постоянное присутствие которого искажает равномерность поля. Поэтому при проведении экспериментов с аттестуемым средством измерительной техники (СИТ), присутствие в рабочем объеме другого СИТ исключено, а контроль уровня напряженности поля приходится осуществлять другими методами.

Решение задачи. Эталон РЭМП в упрощенном виде (рис. 1) – это два высоковольтных импульсных источника питания (ИИП) различной конструкции, которые при достижении на них необходимого зарядного напряжения разряжаются при помощи коммутаторов (К) на две полеобразующие системы (ПЛ-24 и ПЛ-48) в виде замкнутых симметричных полосковых линий, согласованных на конце активными нагрузками, равными волновому сопротивлению.

При этом выходными параметрами Эталона РЭМП являются импульсы электрического и магнитного полей с амплитудно-временными характеристиками, которые определяются штатным образцовым измерительным комплексом, состоящим из трех СИТ:

- измеритель магнитной составляющей поля с оптической линией передачи информации – СПЕФВ-НО;
- измеритель электрической составляющей поля с оптической линией передачи информации – СПЕФВ-ЕО;
- измеритель электрической составляющей поля с кабельной линией передачи информации – СПЕФВ-ЕК.

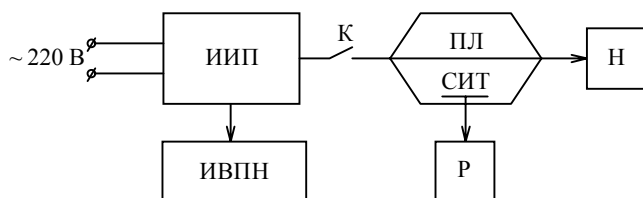


Рисунок 1 – Упрощенная схема Эталона РЭМП:

ИИП – импульсный источник питания; ИВПН – измеритель высокого постоянного напряжения; К – коммутатор; ПЛ – полосковая линия; СИТ – средство измерительной техники; Р – регистратор; Н – нагрузка

Практика экспериментальной работы на Эталоне РЭМП показала, что существует однозначная зависимость между амплитудами электромагнитного поля и зарядного напряжения ИИП, которое измеряется штатным измерителем высокого постоянного напряжения (ИВПН). ИВПН представляет собой омический делитель напряжения, низковольтное плечо которого нагружено на высокоточный цифровой вольтметр типа В2-22

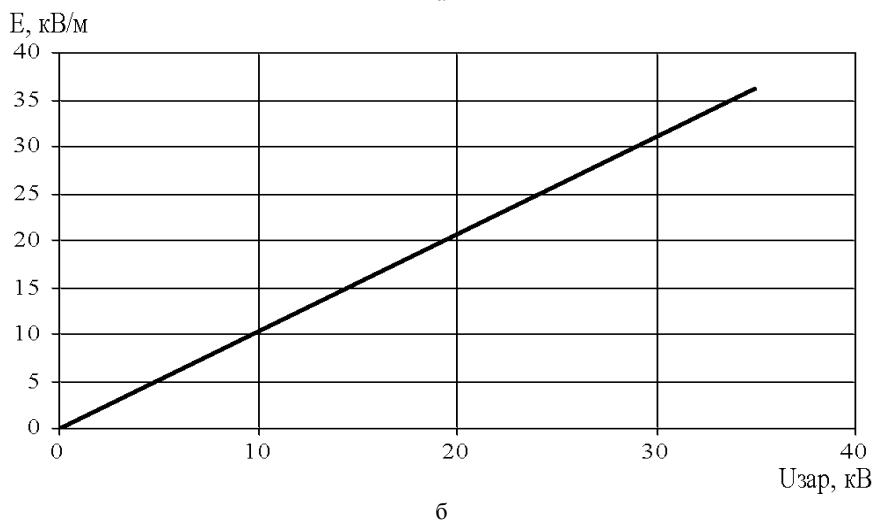
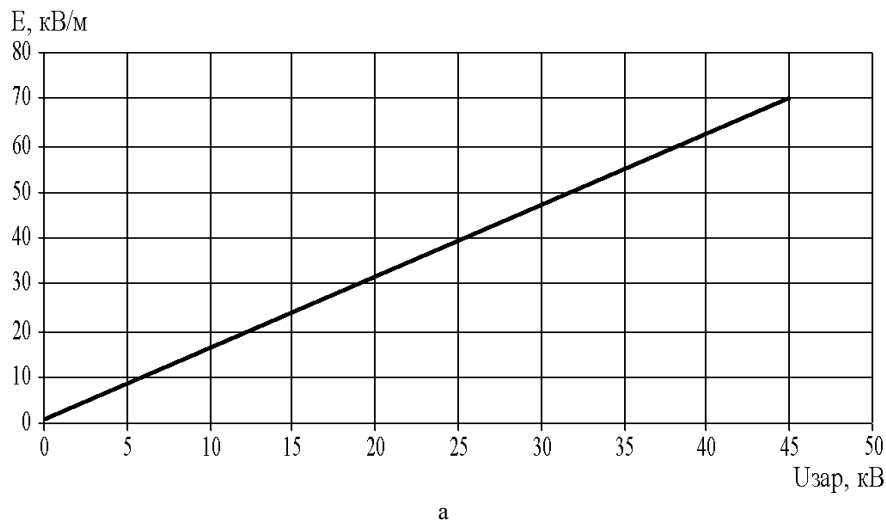
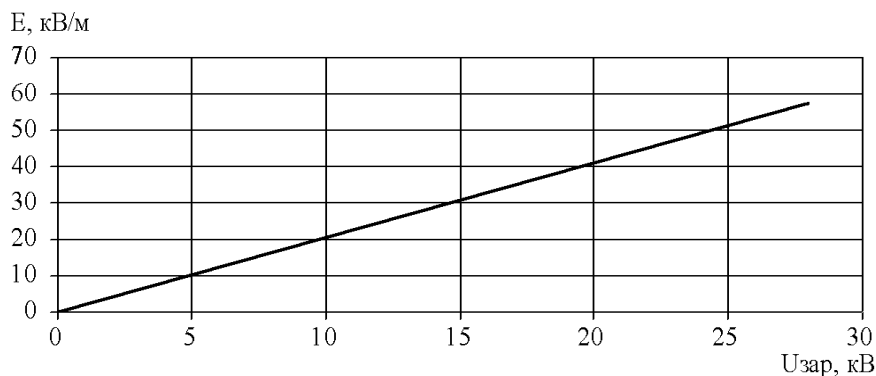
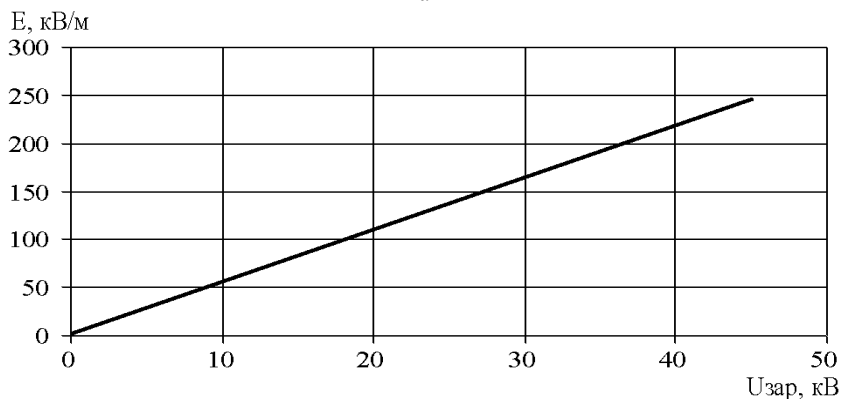


Рисунок 2 – График зависимости напряженности электрического поля в ПЛ-48 от зарядного напряжения ИИП экспоненциальных (а) и ступенчатых (б) импульсов



а



б

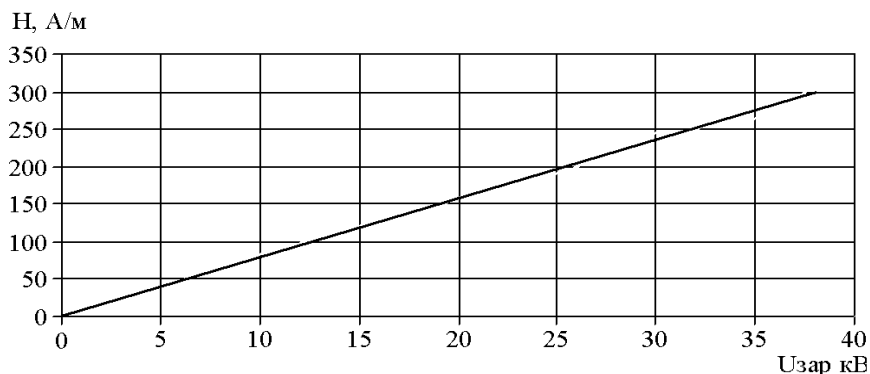
Рисунок 3 – График зависимости напряженности электрического поля в ПЛ-24 от зарядного напряжения ИИП ступенчатых (а) и экспоненциальных (б) импульсов

Из теоретических основ электротехники [2] известно, что зависимость между постоянным зарядным напряжением RC цепочки и выходным напряжением переходного процесса при коммутации линейна, а напряженность электрического поля в рабочем объеме Эталона РЭМП определяется как отношение напряжения между электродами полосковой линии к расстоянию между ними. Поэтому наиболее простым способом контроля напряженности поля во время проведения испытаний СИТ с неизвестными или не подтвержденными метрологическими характеристиками является контроль зарядного напряжения на пульте контроля и управления Эталона РЭМП.

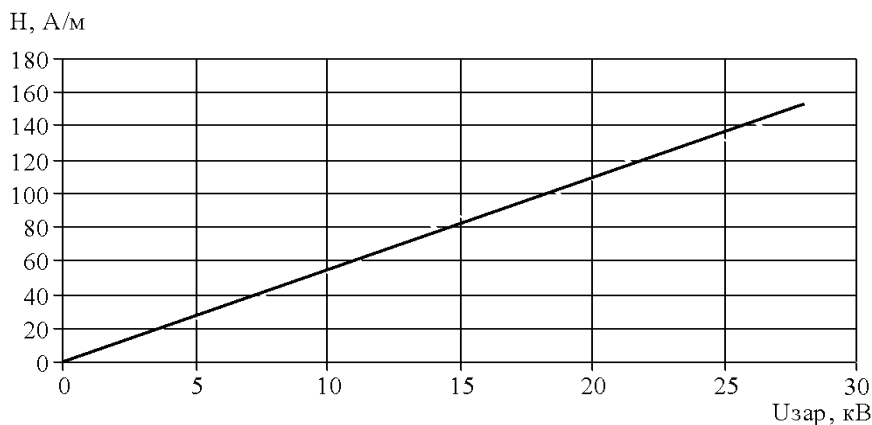
Для определения зависимости зарядного напряжения ИИП и напряженности поля в ПЛ мы провели подробные экспериментальные исследования, в ходе которых были получены не менее 30 точек в каждом режиме работы

Эталона РЭМП с четкой фиксацией зарядного напряжения и напряженности электрического поля с помощью ИВПН и образцового измерителя напряженности электрического поля СПЕФВ-ЕК. Измеритель напряженности электрического поля был выбран с кабельной линией передачи информации, т.к. его показания имеют гораздо более линейный характер, чем аналогичный измеритель с оптической системой.

По полученным данным были составлены графики зависимости напряженности электрического поля от зарядного напряжения генераторов экспоненциальных и прямоугольных импульсов. После этого была проведена аппроксимация полученных точек на прямую. Разброс данных составил не более 5 %. Графики приведены на рис. 2 и 3.



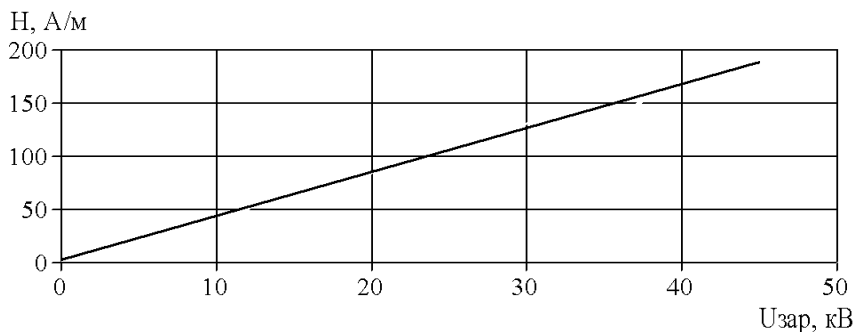
а



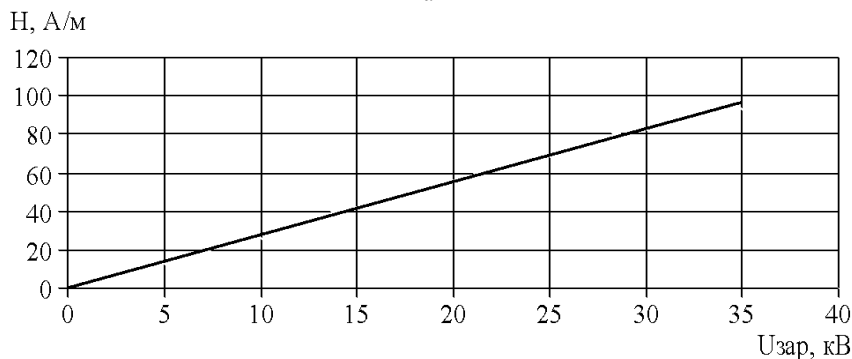
б

Рисунок 4 – Графики зависимости напряженности магнитного поля ПЛ-24 от величины зарядного напряжения ИИП экспоненциальных (а) и ступенчатых (б) импульсов

Образцовый измеритель магнитного поля имеет только оптическую линию передачи информации и два поддиапазона измерений, поэтому наиболее простой и надежный способ определения напряженности магнитного поля, на наш взгляд – это использовать факт ТЕМ-волны, распространяющейся в симметричной полосковой линии, в которой, как известно, отношение напряженностей электрического и магнитного полей составляет 120π [3]. Тогда, для получения зависимости напряженности магнитного поля от величины зарядного напряжения, достаточно разделить напряженность электрического поля на 377. Таким образом, были получены графики на рис. 4 и 5.



а



б

Рисунок 5 – Графики зависимости напряженности магнитного поля ПЛ-48 от величины зарядного напряжения ИИП экспоненциальных (а) и прямоугольных (б) импульсов

Основное значение этих графиков заключается в том, что они являются единственным надежным способом определения амплитуды напряженности электромагнитного поля в ходе проведения метрологической аттестации СИТ, методика которой состоит в следующем:

- 1) Аттестуемое СИТ устанавливается в рабочей зоне ПЛ.
- 2) Устанавливается заданный уровень напряженности поля Эталона РЭМП по графикам на рис. 2-5.
- 3) Подавая импульсы напряжения на ПЛ, набираем статистику показаний аттестуемого СИТ.

Выводы.

Таким образом, графики на рис. 2 – 5 являются необходимым инструментом для проведения метрологической аттестации СИТ сериями идентичных по амплитуде импульсов электромагнитного поля.

В заключении можно отметить, что приведенные графики зависимости напряженности электрического или магнитного поля в рабочей зоне Эталона РЭМП от зарядного напряжения ИИП с успехом применялась в процессе практического опробования программ и методик государственной метрологической аттестации и методик поверки средств измерения импульсных электрических и магнитных полей, где зарекомендовали себя с лучшей стороны.

Список литературы: 1. Кравченко В.И., Немченко Ю.С. Исходный эталон Украины импульсных электрических и магнитных полей – цель создания эталона, требования к нему и его конструктивное исполнение // *Электротехника і електромеханіка*. – 2006. – №2. – С. 76-79. 2. Нейман Л.Р., Демерчан К.С. Теоретические основы электротехники. Т.1. – М., 1985. – 238 с. 3. Ковалев И.С. Конструирование и расчет полосковых устройств. – М., 1974. – 296 с.

Поступила в редколлегию 22.10.2007

УДК 621.317.3

В.С.ГЛАДКОВ, канд.техн.наук; **Л.В.ВАВРИВ**, канд.физ.-мат.наук;
А.А.ГУЧЕНКО; **А.В.ШЕСТЕРИКОВ**; НТУ «ХПИ»

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

У статті проаналізоване використання різних систем електродів, які створюють електростатичні поля для обробки трансформаторної олії. Запропоновано систему електродів для створення об'ємнопросторового високоградієнтного електричного поля.

The use of different electrode systems creating electrostatic fields for treatment of transformer oil has been analyzed in the paper. The electrode system for creation of three-dimensional high-gradient electric field was proposed.